

606-69

AU 331 47805

FR 2367479  
MAY 1978

- 1978-05

7479

FR 197 806

FRANCE
GROUP 335
CLASS 128
RECORDED

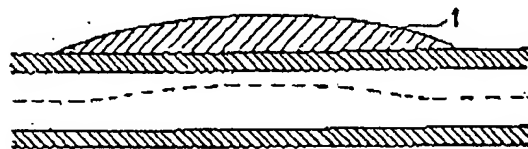
W

DBAZ/ ★ P31 F4556A/28 ★ FR 2367-479  
Flexible surgical plate for use in osteosynthesis - has curved  
external surfaces providing cross sections reducing to outer edges  
for flexibility *etc*

DEBAZELAIRE M R 18.10.76-FR-031812

(16.06.78) A61b-17/18

The plate is used surgically in osteosynthesis and can be  
made from any suitable material. It has a flexibility



varying between  
points, this accommo-  
dating the natural flex-  
ing of the bone.

Flexibility is obtain-  
ed by reducing either,  
or both, the longitud-

inal and transversal cross sections, providing a curved  
outer surface diminishing to the outer edges. The under-  
surface of the plate may also be curved to fit the bone  
surface, in the case of the femur or other long bones.  
Screws, nails or keys can be used to secure the plate and  
its flexibility can also be obtained by localised metallurgi-  
cal treatment. 18.10.76 as 031812 (9pp1119)

606  
69

BEST AVAILABLE COPY

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 76 31812**

(54) Plaque chirurgicale d'ostéosynthèse à flexibilité variable.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). A 61 B 17/18.

(22) Date de dépôt ..... 18 octobre 1976, à 15 h 15 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 19 du 12-5-1978.

(71) Déposant : DE BAZELAIRE Eric Marie Raymond François, 72, boulevard Eugène Pelletan-Le Mourillon, 83000 Toulon, BONNET Georges Léon Paul, MEYRUEIS Jean-Paul Philippe et ZIMMERMANN Richard Estienne Dominique, résidant en France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

La présente invention s'applique au matériel chirurgical d'ostéosynthèse vissé destiné au traitement des fractures des os et des ostéotomies par plaque, lame-plaque, clou-plaque, vis-plaque et plaque pour fractures épiphysaires.

5 Le matériel d'ostéosynthèse vissé actuellement connu est caractérisé par sa flexibilité constante sur toute la longueur de sa structure, ainsi que l'attestent sa section égale sur toute sa longueur et l'homogénéité de son matériau constitutif.

10 Il s'en suit un certain nombre d'inconvénients mécaniques qui portent préjudice à une ostéosynthèse, laquelle doit être solide et stable au niveau du foyer.

Au niveau du foyer pour certains os, par exemple le fémur, la plaque doit être très épaisse pour faire face aux diverses contraintes physiologiques de flexion pendant à mobiliser le foyer de fracture. La plupart des plaques actuelles sont insuffisamment résistantes à ces efforts de flexion physiologiques; 15 elles sont de ce fait sujettes à la rupture et à la déformation.

Les plaques les plus épaisses peuvent assurer une certaine rigidité, mais sont responsables d'inconvénients qui leur sont propres. Principalement, les plaques très rigides sont responsables de fractures de l'os sain au niveau des extrémités de la plaque. Cette zone marque la transition d'un os normal à un 20 ensemble os-plaque mécaniquement très rigide, du fait de la présence de la plaque et des vis. Nos travaux ont confirmé que cette fracture pathologique est due à une transition brusque d'une zone à ligne neutre mécanique située sur l'axe de l'os à une zone plus rigide à ligne neutre décentrée vers la plaque.

25 Cette distorsion mécanique est engendrée d'une part par le caractère asymétrique d'une ostéosynthèse par plaque et d'autre part par une discontinuité des modules d'élasticité et des sections respectifs de l'os et de la plaque.

Par ailleurs, les plaques très rigides sont caractéristiques par les démontages et les ruptures des vis distales dont elles sont responsables. Ce phénomène a la même explication mécanique en le sens où ces vis sont situées 30 dans une zone mécaniquement très sollicitée; ce qui engendre, outre les fractures précitées, des démontages des vis par déformation de leur logement osseux.

En dehors de ces deux précédents inconvénients dus aux plaques d'ostéosynthèse très rigides, il est à remarquer de façon générale le déchaussement et les ruptures des mêmes vis distales, qui subissent l'une par rapport à l'autre les 35 conséquences d'un allongement différentiel entre l'os et la plaque.

2367479

Cette différence d'élongation se traduit par un cisaillement relatif os-plaque, préjudiciable aux vis distales car il s'exprime au niveau de leur collet; ce qui explique de tels accidents.

5 Par ailleurs, les ostéosynthèses par plaque vissée et leurs dérivées sont caractéristiques par leur résistance médiocre vis à vis des flexions tendant à mobiliser le foyer de fracture. Les problèmes de tolérance des masses musculaires et les problèmes de corrosion biologiques amènent des limitations d'épaisseur et de structure, suivant un compromis qui n'est pas encore réalisé pour faire face à la fois aux moments de flexion physiologiques et aux inconvénients  
10 des structures de résistance nécessaire conséquentes.

Le dispositif suivant l'invention permet d'éviter tous ces inconvénients. La structure réalisée par cette invention permet au montage d'ostéosynthèse d'avoir une forme de résistance plus importante pour une situation mécanique plus harmonieuse. Le système mécanique réalisé par l'association plaque-vis-os  
15 est caractérisé par sa continuité dans sa flexibilité et son extensibilité, comme l'atteste la continuité de la ligne neutre de l'os sain à l'os ostéosynthésé.

Le dispositif objet de l'invention a pour effet de donner principalement une flexibilité variable à la plaque. Grâce à ce dispositif cette plaque est  
20 très rigide dans sa partie moyenne, qui doit assurer un déplacement minimum du foyer de fracture et la rigidité du montage; elle est progressivement de plus en plus souple vers l'une ou les deux de ses extrémités.

Cette flexibilité variable de la plaque d'ostéosynthèse est obtenue principalement par une variation progressive de sa section droite depuis la  
25 partie médiane à l'une ou à deux de ses extrémités. Cette variation de section décrit une structure en arc-boutant, de façon telle que la face supérieure soit une portion d'une courbe continue passant par les extrémités de la plaque et dont la face inférieure et les faces latérales soient également une portion de courbe continue passant par les extrémités de cette plaque.

30 Cette structure en arc-boutant permet, suivant les lois de résistance des matériaux, de transformer des contraintes de flexion en contraintes de traction et de compression se répartissant au niveau des surfaces de la plaque. La rigidité de la partie médiane de la plaque surplombant le foyer de fracture est ainsi maximale.

35 Cet arc-boutant s'oppose principalement au mouvement de flexion tendant à mobiliser le foyer. Cette variation de section permet de décrire une ou plusieurs structures en arc-boutant suivant le type d'os ou d'endroit de l'os pour lequel ce matériel est utilisé.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif et sur lesquels :

La figure 1 est une coupe verticale et longitudinale de l'ensemble os-plaque avec représentation de la fibre neutre mécanique ;

5 La figure 2 est une vue en perspective du même ensemble os-plaque permettant de positionner un système de coordonnées rectilignes orthogonales  $O, x, y, z$  ;

La figure 3 est une vue en perspective d'un ensemble os-clou-plaque permettant de positionner le même système de coordonnées ;

10 La figure 4 est une coupe verticale et longitudinale par le plan  $xOz$  d'une plaque d'ostéosynthèse droite ;

La figure 5 est une coupe horizontale et longitudinale par le plan  $xOy$  d'une plaque d'ostéosynthèse droite ;

15 La figure 6 est composée de trois coupes verticales et transversales d'une plaque d'ostéosynthèse droite, situées dans des plans repérés sur la figure 4 par les lettres A-A , B-B , C-C ;

La figure 7 est une coupe horizontale et longitudinale par le plan  $xOy$  d'une plaque d'ostéosynthèse courbe ;

La figure 8 est une vue de face d'un clou-plaque, d'une vis-plaque et d'une lame-plaque conformes au dispositif objet de l'invention ; et

20 La figure 9 représente une plaque destinée au traitement des fractures épiphysaires comportant le dispositif objet de l'invention, en élévation, en coupe verticale et longitudinale suivant la coupe D-D et en perspective, une fois mise en place sur un os humain.

25 Pour le traitement des fractures et des ostéotomies diaphysaires, le chirurgien disposera de plaques, droites ou courbes, symétriques par rapport au plan  $yOz$  ; ce qui représente les figures 2, 4, 5 et 7.

30 Sur la figure 4, la partie inférieure de la matière est rectiligne et elle est confondue avec l'axe des  $x$  . La courbe supérieure de la matière présente principalement une courbure vers le bas de manière que l'épaisseur notée  $a(x)$  diminue du centre vers les extrémités de la plaque.

La courbe inférieure de la figure 4 représente la limite de la vue de face de la plaque ; elle est appelée  $b(x)$  et notée comme telle sur la figure 4; elle peut également présenter une concavité vers le haut ou vers le bas.

35 Sur la figure 5, le pourtour de la section droite est séparé par la ligne de contact représentée par l'axe  $Ox$ . La partie supérieure, notée  $c(y)$ , et la partie inférieure, notée  $d(y)$ , peuvent présenter une concavité orientée vers le centre  $O$  de la figure. Ces deux courbes peuvent être identiques ou différentes.

Sur la figure 6, le pourtour de chaque section droite est composé de deux courbes dont la concavité est orientée vers le centre de l'os, reliées par deux arcs de courbes de rayon de courbure plus faible. La courbe notée  $b(y)$  doit s'adapter à la forme de la surface de l'os et la courbe notée  $a(y)$  sur la même figure sera déduite du calcul de la surface de la section. Les sections A.A, B.B et C.C de la figure ont des surfaces décroissantes.

Pour s'adapter à la courbure longitudinale de certains os, l'ensemble de la plaque peut être courbé comme sur la figure 7 qui prend alors lieu et place de la figure 5. Dans ce cas, la ligne de contact, constituée sur la figure 5 par l'axe  $Ox$ , devient une courbe. Celle-ci et les deux nouvelles courbes  $c'(y)$  et  $d'(y)$  ont une concavité tournée du même côté.

Pour le traitement des fractures et des ostéotomies épiphysaires, le chirurgien disposera de matériels du type lame-plaque, clou-plaque et vis-plaque.

La figure 3 prend alors lieu et place de la figure 2. Dans ce cas, la description précédente est modifiée et la figure 8 montre que, dans la section par le plan  $xOz$ , l'épaisseur  $a(x)$  diminue du centre vers une seule des extrémités de la plaque. Celle-ci devient alors asymétrique et la partie appliquée à l'os va en diminuant de section de la partie épiphysaire à la partie diaphysaire.

Sur la figure 9 représentant la plaque épiphysaire proprement dite, la variation d'épaisseur peut s'accompagner d'une séparation spatiale des parties saillantes, de manière à présenter plusieurs nervures sur les parties minces.

Selon une autre réalisation de l'invention, les diverses courbes continues précédemment citées, à savoir  $a(x)$  et  $b(x)$ ,  $c(y)$  et  $d(y)$ ,  $c'(y)$  et  $d'(y)$ ,  $a(y)$  et  $b(y)$  peuvent être remplacées par des lignes polygonales.

Selon une autre réalisation de l'invention, la variation de flexibilité peut être obtenue par un procédé permettant de faire varier le module d'élasticité de la matière constituant la plaque, d'un endroit à l'autre de celle-ci. Cet effet peut être obtenu, par exemple, en utilisant un matériau composite formé de fibres noyées dans une résine et dont le nombre des dites fibres par unité de volume et /ou, l'état de tension de ces dernières varient d'un point à l'autre de la plaque.

Le dispositif objet de l'invention peut être utilisé sur tout matériel pour l'ostéosynthèse d'ostéotomie ou de fracture des diaphyses et des épiphyses des os et en particulier des plaques, lames-plaques, vis-plaques et clous-plaques.

L'ensemble de ces matériels possédant le dispositif objet de l'invention peut être réalisé en utilisant tous matériaux homogènes ou composites.

REVENDICATIONS

1. Plaque d'ostéosynthèse destinée au traitement chirurgical des fractures des os et des ostéotomies, caractéristique en ce que la dite plaque présente une flexibilité variant d'un point à l'autre de celle-ci.

2. Plaque suivant la revendication 1 caractérisée par le fait que la variation de sa flexibilité est obtenue par une variation de la section droite par tous moyens d'enlèvement de matière ou de dépôt de matière.

3. Plaque suivant la revendication 1 caractérisée par le fait que la variation de sa flexibilité est obtenue par une variation du module d'élasticité du matériau par tout procédé de traitement métallurgique localisé (écrouissage, forgeage, trempage).

4. Plaque suivant la revendication 1 caractérisée par le fait que la variation de la flexibilité est obtenue par la variation du module d'élasticité de tout matériau composite formé de fibres noyées dans une résine et dont la distribution ou la tension varie d'un point à l'autre de la plaque.

5. Plaque suivant la revendication 2 caractérisée par le fait que la variation de la section droite permet de décrire une ou plusieurs structures en arc-boutant sur toutes les faces de la plaque.

6. Plaque suivant la revendication 1 caractérisée par le fait que la variation de sa flexibilité est obtenue à la fois par une variation de sa section droite et de son module d'élasticité.

7. Dispositif suivant la revendication 1 étendu au matériel d'ostéosynthèse par lame-plaque, clou-plaque, vis-plaque et plaque épiphysaire.

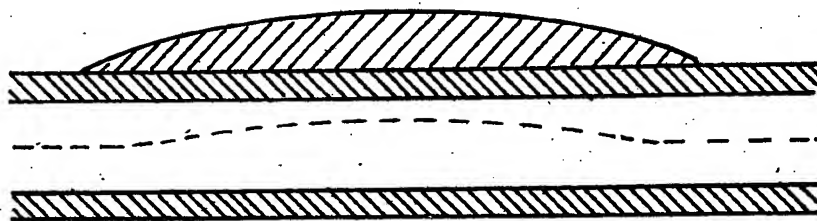


FIGURE 1

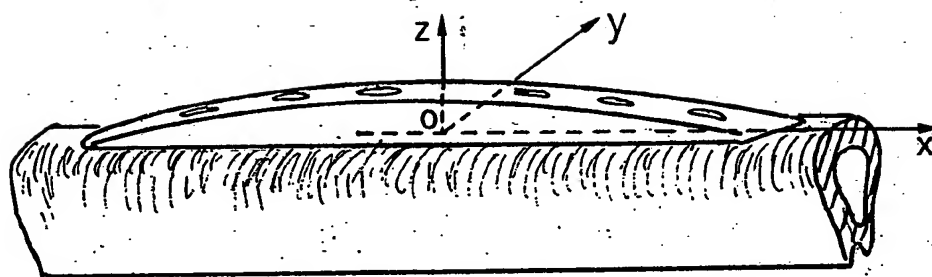


FIGURE 2

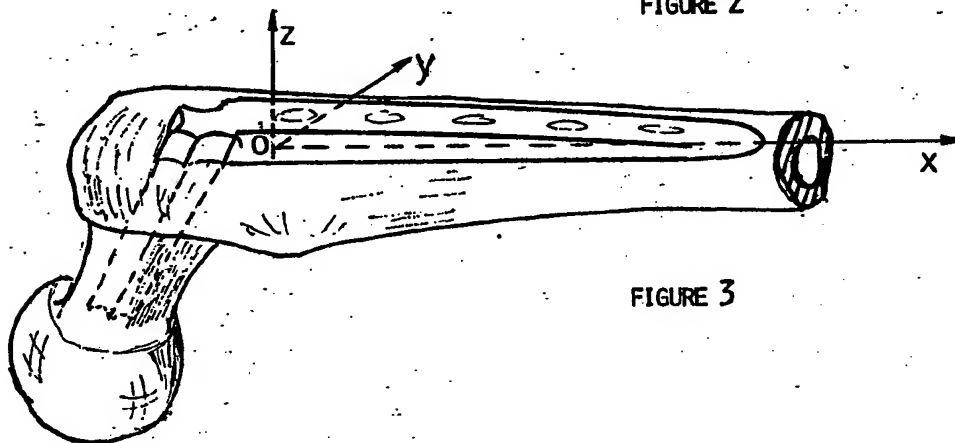


FIGURE 3

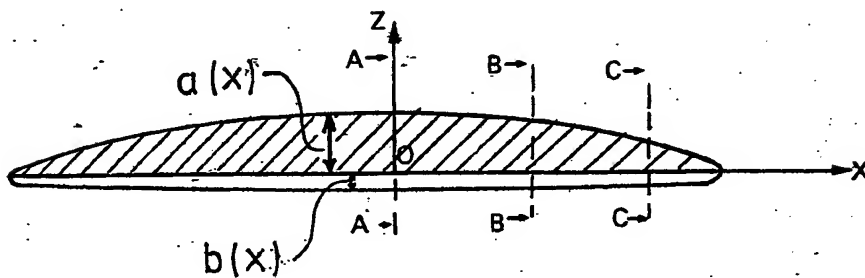


FIGURE 4



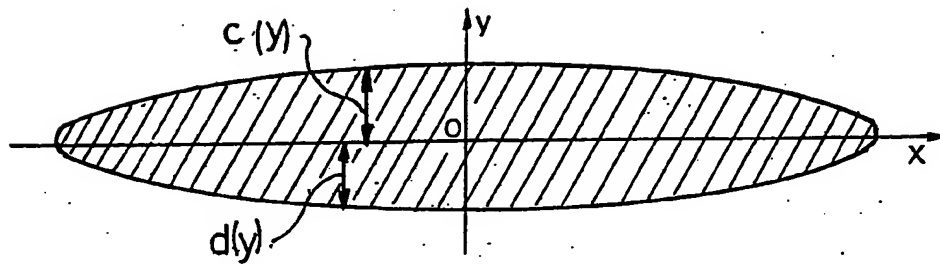


FIGURE 5

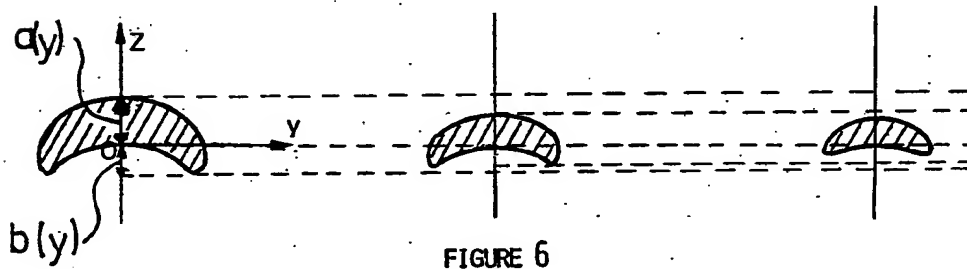


FIGURE 6

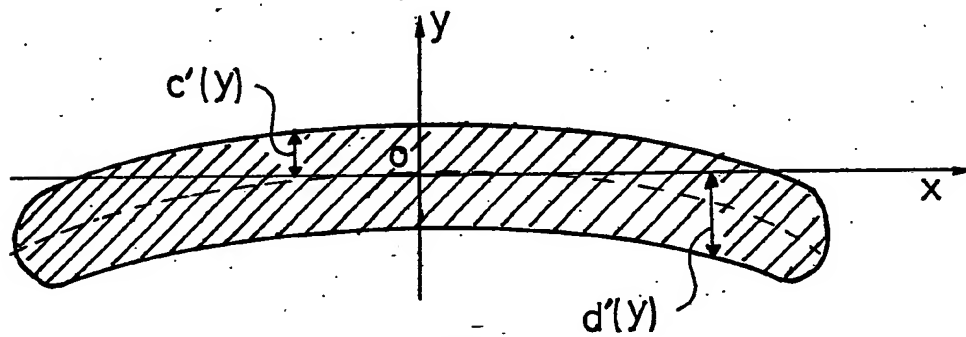


FIGURE 7

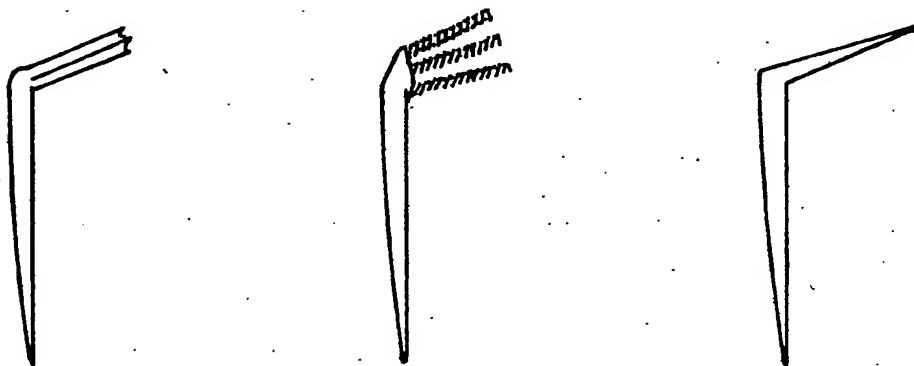


FIGURE 8

FIGURE 9

